

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

-----  
CLAIMS  
-----

[Claim(s)]

[Claim 1] Electromotive power-steering equipment characterized by for said rack-and-pinion type movement translator having rolled, and being a formula rack-and-pinion movement translator, and inserting an elastic body in electromotive power-steering equipment equipped with the rack-and-pinion type movement translator which changes rotation of a helm into rectilinear motion by engagement of a pinion shaft and a rack shaft, and the motor with which the control force of the helm by the operator is assisted into the device path from said pinion shaft to the output shaft of said motor.

[Claim 2] Electromotive power-steering equipment according to claim 1 characterized by being power steering of the column type with which it has the joint which connects the revolving shaft of said helm, and the pinion shaft of said rack-and-pinion type movement translator, and the moderation device of said motor and the motor concerned is arranged between said joint and said helms.

[Claim 3] Electromotive power-steering equipment according to claim 1 characterized by being power steering of the pinion type with which it has the joint which connects the revolving shaft of said helm, and the pinion shaft of said rack-and-pinion type movement translator, and the moderation device of said motor and the motor concerned is arranged between said joint and the pinion shaft of said rack-and-pinion type movement translator.

[Claim 4] Said elastic body is electromotive power-steering equipment according to

claim 1 to 3 characterized by being inserted into the device path from the output shaft of said motor to the moderation device of the motor concerned.

[Claim 5] Said elastic body is electromotive power-steering equipment according to claim 2 characterized by being inserted into the device of said joint.

[Claim 6] The electromotive power-steering equipment according to claim 1 to 5 carry out having the control means which controls the motor concerned based on the current control value calculated from the steering auxiliary command value calculated with the operation means based on the steering torque generated in the revolving shaft of a helm, and the current value of said motor, and an auxiliary operation means differentiate the signal of said steering torque and add to said steering auxiliary command value as the description.

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

-----  
DETAILED DESCRIPTION  
-----

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the improvement in the engine performance of electromotive power-steering equipment which assists the force which helm actuation of a vehicle takes on the turning effort of an electric motor.

[0002]

[Description of the Prior Art] The electromotive power-steering equipment constituted so that the control force of the helm by the operator might be assisted using the turning effort of an electric motor (henceforth a "motor") as power-steering equipment of the vehicle used in order to assist a control force is known.

[0003] The power-steering equipment which adopted the rack-and-pinion type

movement translator which changes movement into rectilinear motion as an example of this kind of electromotive power-steering equipment is shown in JP7-25311,B.

[0004] Drawing 8 is the expanded sectional view of the conventional rack-and-pinion type movement translator. In this device, [ near / that / the end section ], pinion gear-tooth 86a is formed in the peripheral face of that edge, the flat section is formed in the direction of axial length, the flat section covers that overall length and, as for the pinion shaft 86, rack gear-tooth 81a is formed in the rack shaft 81. Rack gear-tooth 81a gears with pinion gear-tooth 86a, and changes rotation into rectilinear motion. As rack gear-tooth 81a becomes small in the location of the direction where a vehicle goes the gear ratio to pinion gear-tooth 86a straight on, a device which keeps a control force constant is made in spite of the comparatively small electric motor of a rotation output by forming a screw thread so that gear ratio may become large in the location where a rudder angle is large.

[0005] The rack shaft 81 is pressed according to the energization force of the coil spring 89 which contacts the end of the press member 80 within the member of a cartridge mostly in this rack-and-pinion type movement translator, and engagement with rack gear-tooth 81a and pinion gear-tooth 86a is maintained. While changing rotation of the pinion shaft 86 into the rectilinear motion to the direction of axial length of the rack shaft 81 by this engagement, the press member 80 slides on the peripheral face of the rack shaft 81. Therefore, with this structure, wear of a sliding surface is remarkable and the thrust (energization force) by the coil spring 89 is restricted. Therefore, in electromotive power steering like pinion assistant type electromotive power steering by which comparatively big torque joins a pinion shaft, required thrust is not obtained but it has the fault that allophones, such as a Rattle sound, will occur from the circumference of an engagement side of pinion gear-tooth 86a and rack gear-tooth 81a.

[0006] Generally electromotive power-steering equipment has connected the revolving shaft of a helm, and the pinion shaft of a rack-and-pinion type movement translator with joint. There are electromotive power-steering equipment of the column type which has a motor and the moderation device of the motor in a helm side rather than said joint, and electromotive power-steering equipment of the pinion type which has a motor and the moderation device of the motor in a rack-and-pinion device side rather than said joint as electromotive power-steering equipment.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The trouble that the size of a motor is limited by layout nature etc. when carrying out a high increase in power of the electromotive power-steering equipment, and the output of the motor is also limited arises. That this

trouble should be solved, the effectiveness of a mechanical system, especially a rack-and-pinion type movement translator is gathered, and the approach using the effectiveness of a motor is proposed effectively. as this approach, the technique (the following -- "-- it rolls and is called formula rack-and-pinion movement translator".) using a roller pivotable as the pressure pad section which presses a rack shaft to a pinion shaft is invented in the rack-and-pinion type movement translator. When [this] it rolls, and a high load is applied between a rack shaft and a pinion shaft according to the formula rack-and-pinion movement translator, mechanical efficiency can be raised sharply.

[0008] However, since a motor does not answer to the kickback from a road surface when it rolls and a formula rack-and-pinion movement translator, column type electromotive power-steering equipment, or pinion type electromotive power-steering equipment is combined, compared with other conventional electromotive power-steering equipments, an excessive load will be applied to a rack-and-pinion device.

[0009] Furthermore, in this case, by a sliding surface rolling and coming out, since attenuation of the kickback force is bad compared with the conventional skid type for a certain reason, there is a problem of becoming easy to generate a Rattle sound.

[0010] Although other purposes which roll and introduce a formula rack-and-pinion movement translator in this case further again have improvement in the handle return property by frictional force reduction, and a feeling of an on-pin center, large, the problem that it is not obtained has effectiveness since it is larger than an improved part by the formula rack-and-pinion movement translator, to the extent that the effect of the frictional force of a motor rolls, and that purpose is attained.

[0011] This invention is made according to the above situations, it can prevent an excessive load generating the purpose of this invention in a rack-and-pinion movement translator, generating of a Rattle sound is suppressed, and it is in offering the electromotive power-steering equipment which can mitigate the effect of the frictional force of a motor.

[0012]

[Means for Solving the Problem] About electromotive power-steering equipment equipped with the rack-and-pinion type movement translator which changes rotation of a helm into rectilinear motion by engagement of a pinion shaft and a rack shaft, and the motor with which the control force of the helm by the operator is assisted, said rack-and-pinion type movement translator rolls, and this invention is a formula rack-and-pinion movement translator, and is attained by having inserted the elastic body into the device path from said pinion shaft to the output shaft of said motor.

[0013] Moreover, the above-mentioned purpose of this invention is equipped with the joint which connects the revolving shaft of said helm, and the pinion shaft of said rack-and-pinion type movement translator, and is more effectively attained by being power steering of the column type with which the moderation device of said motor and the motor concerned is arranged between said joint and said helms.

[0014] Moreover, the above-mentioned purpose of this invention is equipped with the joint which connects the revolving shaft of said helm, and the pinion shaft of said rack-and-pinion type movement translator, and is more effectively attained by being power steering of the pinion type with which the moderation device of said motor and the motor concerned is arranged between said joint and the pinion shaft of said rack-and-pinion type movement translator.

[0015] Moreover, the above-mentioned purpose of this invention is more effectively attained by inserting said elastic body into the device path from the output shaft of said motor to the moderation device of the motor concerned.

[0016] Moreover, the above-mentioned purpose of this invention is more effectively attained by inserting said elastic body into the device of said joint.

[0017] Moreover, the above-mentioned purpose of this invention is more effectively attained by having the control means which controls the motor concerned based on the current control value calculated from the steering auxiliary command value calculated with the operation means based on the steering torque generated in the revolving shaft of a helm, and the current value of said motor, and an auxiliary operation means differentiates the signal of said steering torque and add to said steering auxiliary command value.

[0018]

[Embodiment of the Invention] As shown in column type electromotive power-steering equipment or drawing 6 as shown in drawing 7 according to this invention, what, Since the elastic body which has absorption nature in the path to the motor 41 which serves as a driving source of power steering from the pinion shaft 6 of the rack-and-pinion movement translator 4 is inserted when it rolls and the formula rack-and-pinion movement translator 4 is used When the pinion shaft 6 can motion relatively to a motor 41, it can prevent rolling and an excessive load occurring in the formula rack-and-pinion movement translator 4.

[0019] The effectiveness of this invention can be acquired by inserting the elastic body with which both the types of pinion type electromotive power-steering equipment as shown in column type electromotive power-steering equipment and drawing 6 as shown in drawing 7 have absorption nature between the worm gears 3 which are the

moderation devices of a motor 41 and its motor 41. With column type electromotive power-steering equipment as shown in drawing 7, the effectiveness of this invention can be acquired by inserting the elastic body which has absorption nature in the joint 51 which rolled with the revolving shaft of a worm gear 3, and has been arranged between the pinion shafts 6 of the formula rack-and-pinion movement translator 4.

[0020] Moreover, since the insufficiency of the attenuation of the kickback force which it rolls and the formula rack-and-pinion movement translator 4 has by the attenuation which an elastic body with said absorption nature has is compensated according to this invention, generating of a Rattle sound can be prevented.

[0021] By making an elastic body with absorption nature intervene between the moderation devices of a motor 41 and its motor 41 further again according to this invention Since relative rotation of the helm shaft which connects the revolving shaft and the pinion shaft 6 of a motor 41 in the elastic field of the elastic body is enabled For example, it also sets in the situation which the motor 41 has stopped according to the frictional force. The pinion shaft 6 is interlocked with, the helm shaft 31 becomes pivotable, and the effect of the frictional force of a motor 41 can be mitigated. The effectiveness of the technique which rolled and combined the formula rack-and-pinion movement translator 4, column type electromotive power-steering equipment, or pinion type electromotive power-steering equipment can be employed efficiently.

[0022] According to this invention, the friction-compensation control using a torque-sensor signal further again That from which the effectiveness of the friction-compensation control was not acquired since road surface information will be blocked and the road surface information was not transmitted to a torque sensor by the rack-and-pinion movement translator 4 or the motor 41 with the conventional configuration According to the configuration of this invention, since road surface information is transmitted to a torque sensor, it becomes possible to compensate friction of a motor by friction-compensation control using a torque-sensor signal, and generating of the Rattle sound by a motor straddling can be controlled effectively.

[0023] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail with reference to a drawing.

[0024] Drawing 1 is the front view showing the principal part of the pre-rotation rudder device containing the electromotive power-steering equipment concerning the operation gestalt of this invention.

[0025] In drawing 1 , it is fixed to the condition of having turned the lower part ahead and having inclined in the predetermined location of the vehicle indoor section, and bearing of the rotation of the helm shaft 31 is made free to the circumference of an axial

center into the housing 32 of a cylindrical shape. In the upper limit section of the predetermined helm shaft 31 which carried out the die-length protrusion, the helm (not shown) has fixed from the upper part of housing 32.

[0026] The rack shaft case 36 where it makes tubed [ which the rack-and-pinion type movement translator 4 made the longitudinal direction the longitudinal direction of a vehicle, and was attached decoratively almost horizontally in the engine room of vehicle anterior part ], Bearing is aslant carried out to the axial center of the rack shaft 13 to the rack shaft [ made this and an axial center mostly in agreement, and interpolation of the migration in the direction of axial length of was made free to this rack shaft case 36 ] 13, and rack shaft case 36 interior, and it consists of pinion shaft 6 grades made to engage with the rack shaft 13.

[0027] Drawing 2 is the sectional view in the electromotive power-steering equipment concerning the operation gestalt of this invention in which rolling and showing a formula rack-and-pinion type movement translator.

[0028] In drawing 2 , the upper part is the input shaft 18 to which rotation of a helm is told through a universal joint 19 (refer to drawing 1 ) from the helm shaft 31 side, and the lower part of an input shaft 18 is equipped with the pinion shaft 6 in same axle rotatable. Moreover, the torque-sensor section 1 is arranged by the input shaft 18, and the duty which detects the load of a steering system and transmits the torque signal to ECU (the electric control section -- not shown) is borne.

[0029] If the current calculated and outputted based on the vehicle speed signal and the torque signal from ECU is impressed, an electric motor (un-illustrating) will rotate and the rotation will be transmitted to a worm 2. Worm 2 is arranged on the electric motor with which a control force is assisted, and the same axle. Furthermore, decelerate the turning effort of a worm 2 with the worm gear 3 (refer to drawing 3) which has fitted in on the pinion shaft 18, torque is made to expand, and rotation of the pinion shaft 6 is assisted.

[0030] The bearing of the pinion shaft 6 is carried out to the interior of a gearbox through bearing 5 and 15. It is the configuration which pinion gear-tooth 6a is formed in the periphery of the pinion shaft 6, rack gear-tooth 13a of the rack shaft 13 which is a steering device gears to pinion gear-tooth 6a, and the variation rate of the rack shaft 13 is made to carry out in the direction of axial length (the direction of a front flesh side of drawing 2 ), and finally gives a desired rudder angle to a steering wheel (not shown) through a tie rod 21 (refer to drawing 1 ).

[0031] A part of the edge of the rack shaft 13 serves as a semi-cylindrical shape in the cross section, and rack gear-tooth 13a is formed by the flat section 13b in the direction of

an axis of the rack shaft 13. When pinion gear-tooth 6a gears with rack gear-tooth 13a, rotation of the pinion shaft 6 is changed into the rectilinear motion of the rack shaft 13. In order to maintain this engagement relation, the pressure pad section 20 has given thrust to the engagement section through the rack shaft 13. Moreover, the device for pressing to the engagement section projects from a gearbox 4 in the direction of an axis of the pinion shaft 6, and the direction which intersects perpendicularly -- it is mostly prepared in the housing 16 of a cylindrical shape.

[0032] The pressure pad section 20 possesses a roller 10, a needle bearing 11, the pin shaft 12, and the bearing holder 14, and it is pressing the rack shaft 13 to the pinion shaft 6 by predetermined thrust so that engagement with pinion gear-tooth 6a and rack gear-tooth 13a may be maintained. The pressure pad section 20 positions the pin shaft 12 in a predetermined location with the bearing holder 14, and has the composition that a roller 10 becomes rotatable around the pin shaft 12 with migration of the direction of an axis of the rack shaft 13. In addition, in this example, only a roller 10 carries out rubbing to peripheral face 13c of the rack shaft 13. Namely, the roller 10 rolls on the rack shaft 13.

[0033] In the condition of having held the pressure pad section 20 in the housing 16 interior, the bearing holder 14, the pin shaft 12, a needle bearing 11, and the pressure pad section 20 that consists of rollers 10 are movable in one in the direction of an axis in the inside of housing 16.

[0034] Furthermore, the coil spring 9 which is an elastic member is arranged in housing 16 in the rack shaft 13 and the opposite side of the pressure pad section 20. The end of the coil spring 9 which gives thrust to the pressure pad section 20 contacted the pressure pad section 20 (field of the bearing holder 14), and the other end is in contact with the adjusting screw 8 currently screwed in the edge of housing 16 with the locknut 7.

[0035] Therefore, the thrust given to the pressure pad section 20 by the coil spring 9 which extends in the housing 16 interior can be adjusted by adjusting an adjusting screw 8 and making it move to shaft orientations.

[0036] When it rolls, and a high load is applied between a rack shaft and a pinion shaft according to the rack-and-pinion type movement translator, mechanical efficiency can be raised sharply.

[0037] Drawing 3 is the fragmentary sectional view showing the moderation device of the motor used as the driving source of power steering in the electromotive power-steering equipment concerning the operation gestalt of this invention, and its



motor. The descriptions of this operation gestalt are those both ends of worm 2, and a point which arranges the rubber 40 which is an elastic body between the worm bearing 35 so that the worm 2 in the moderation device of a motor 41 may become movable to those worm shaft orientations.

[0038] In the elastic region (movable range) of rubber 40, rotation of a worm gear 3 serves as a variation rate of the shaft orientations of a worm until the torque generated in a worm 2 overcomes the frictional force and inertia of a motor 41, and rotation of the worm gear 3 interlocked with rotation of a motor 41 and the pinion shaft 6 does not interlock. That is, when a worm gear 3 receives the kickback from a road surface, a worm 2 is made to slide and it has structure which absorbs the impact of a kickback by rubber 40.

[0039] According to such structure, in the movable range of the worm 2 by rubber 40, since it can miss to the hand of cut of the pinion shaft 6, without converging the kickback force on a motor 41, it can prevent a load focusing on a rack-and-pinion device. Moreover, since according to such structure it rolls and lack of the vibration-deadening operation which is the fault of a formula rack-and-pinion movement translator is compensated according to a vibration-deadening operation of rubber 40, generating of a Rattle sound can be prevented.

[0040] Drawing 4 is other operation gestalten of this invention, and is the block diagram showing the control unit 40 which carries out friction-compensation control of a motor in electromotive power-steering equipment.

[0041] The control unit 40 is adding the value which is proportional to the differential of a steering torque signal to the amount of assistance (steering auxiliary command value) for the purpose of the improvement in the torque control stability of a system the response disposition top of assistant torque in order to raise the responsibility of a control system. Thus, the signal which differentiated the amount of torque is added to the amount of assistance. Moreover, when steering torque is large and a handle returns that is, negative gain in case the steering angle  $\theta$  decreases will be applied, a rapid reduction of the amount of assistance (steering auxiliary command value) will be prevented, and a small hysteresis characteristic will be given for a big hysteresis characteristic in the low torque region near the neutral point as a result in a high torque region.

[0042] That is, a control unit 40 performs friction-compensation control based on the torque signal  $T_r$  which is a torque detection value in order to compensate the effect of fricative of a motor 41. This friction-compensation control makes quick responsibility of the torque control near [small] the pin center, large of steering torque, and acts in the

direction which suppresses torsion of the torsion bar spring which has detected torque few. On the other hand, friction of a motor 41 acts in the direction which increases torsion of a torsion bar spring. Therefore, if friction of a motor 41 is detectable as torsion of a torsion bar spring, it will become possible to carry out friction compensation by the friction-compensation control by the control unit 40.

[0043] However, although friction compensation of it could be carried out to the input from a handle side since the torsion bar spring was arranged from the motor 41 at the handle side, to the input from road surfaces, such as a kickback, it is difficult to compensate and was not able to reduce the Rattle sound of the rack-and-pinion type movement translator 4 by friction-compensation control.

[0044] However, in the elastic field of the rubber 40 which is an elastic body as shown in drawing 3, the input from a road surface can be detected by the torque sensor, and friction-compensation control becomes effective also to the input from a road surface. If the friction-compensation control by the control unit 40 works, it will once become possible to compensate friction of a motor 41 and to detect the input from a road surface by the torque sensor. That is, rubber 40 and friction-compensation control enable it to miss the kickback force from the rack-and-pinion type movement translator 4 to a handle side across the elastic region of rubber 40. Furthermore, by tuning up the friction-compensation control by the control unit 40, the Rattle sound of the rack-and-pinion type movement translator 4 is stopped, and the tuning which tells road surface information moderately to a helm is attained.

[0045] Wherever it may arrange [ the location to the device have brought about friction or the inertia of a motor 41 from the moderation device of a motor 41 ] the rubber 40 which is an elastic body as shown in drawing 3, it can obtain the effectiveness which prevents the thing which mentioned above, and which it rolls and an excessive load generates in a formula rack-and-pinion movement translator, the effectiveness which compensate the insufficiency of the attenuation of the kickback force which it rolls and a formula rack-and-pinion movement translator has, and prevent generating of a Rattle sound, and the effectiveness which mitigate the effect of the frictional force of a motor

[0046] Drawing 5 is other operation gestalten of this invention, and is the front view showing the principal part of the pre-rotation rudder device containing electromotive power-steering equipment. With this operation gestalt, the rubber 40 which is an elastic body as shown in drawing 3 is arranged to the joint 51 which combines the pinion shaft 6 of the rack-and-pinion movement translator 4, and the output shaft 50 of the moderation device of a motor 41.

[0047]

[Effect of the Invention] Since according to this invention it rolled, it rolled in the electromotive power-steering equipment using a formula rack-and-pinion movement translator and the elastic body was inserted in the path from the pinion shaft of a formula rack-and-pinion movement translator to the output shaft of a motor, it can prevent rolling and an excessive load occurring in a formula rack-and-pinion movement translator, generating of a Rattle sound can be suppressed, and the electromotive power-steering equipment which can mitigate the effect of the frictional force of a motor can be offered.

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 【公開番号】

**特開 2000-159128**

(P2000-159128A)

(43) 【公開日】 平成 12 年 6 月 13 日 (2000.6.13)

(51) 【国際特許分類第 7 版】

【F I】

【テーマコード (参考)】

B62D 5/04

B62D 5/04

3D032

6/00

6/00

3D033

// B62D101:00

119:00

【審査請求】 未請求

【請求項の数】 6

【出願形態】 O L

【全頁数】 9

(21) 【出願番号】 特願平 10-335218

(22) 【出願日】 平成 10 年 11 月 26 日 (1998.11.26)

(71) 【出願人】 000004204 日本精工株式会社

【住所又は居所】 東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号

(72) 【発明者】 遠藤 修司

【住所又は居所】 群馬県前橋市鳥羽町 7 8 番地 日本精工株式会社内

(72) 【発明者】 早川 賢一

【住所又は居所】 群馬県前橋市鳥羽町 7 8 番地 日本精工株式会社内

(74) 【代理人】 100078776 【弁理士】 安形 雄三

【Fターム (参考)】

3D032 CC10 CC12 CC46 CC50 DA15 DA23 DA82 DB14 DC03 DD05 DE10 EA01 EB11 EC23 GG01

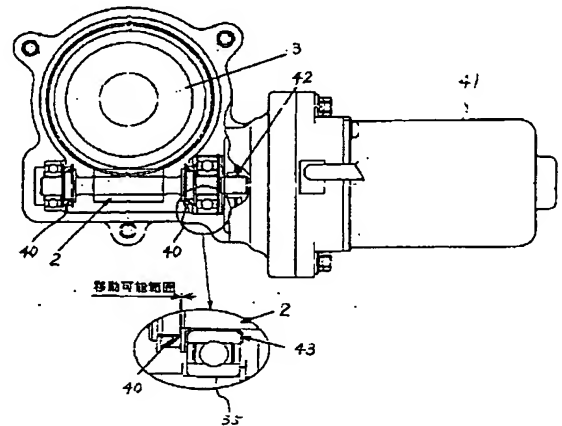
3D033 CA02 CA05 CA13 CA16 CA21 CA31

(54) 【発明の名称】 電動式パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 ラック・ピニオン運動変換機構に過大な荷重が発生することを防ぐことができ、ラトル音の発生を抑え、モータの摩擦力の影響を軽減することができる電動式パワーステアリング装置を提供する。

【解決手段】 ピニオン軸 6 とラック軸 13 の噛合により舵輪 31 の回転運動を直線運動に変換するラック・ピニオン式運動変換機構 4 と、運転者による舵輪 31 の操舵力を補助するモータ 41 とを備える電動式パワーステアリング装置において、ピニオン軸 6 からモータ 41 の出力軸までの機構経路中に弾性体であるゴム 40 を挿入した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ピニオン軸とラック軸の噛合により舵輪の回転運動を直線運動に変換するラック・ピニオン式運動変換機構と、運転者による舵輪の操舵力を補助するモータとを備える電動式パワーステアリング装置において、前記ラック・ピニオン式運動変換機構が転がり式ラック・ピニオン運動変換機構であって、前記ピニオン軸から前記モータの出力軸までの機構経路中に弾性体を挿入したことを特徴とする電動式パワーステアリング装置。

【請求項 2】 前記舵輪の回転軸と前記ラック・ピニオン式運動変換機構のピニオン軸とを連結するジョイントを備え、前記モータ及び当該モータの減速機構が前記ジョイントと前記舵輪との間に配置されているコラムタイプのパワーステアリングであることを特徴とする請求項 1 に記載の電動式パワーステアリング装置。

【請求項 3】 前記舵輪の回転軸と前記ラック・ピニオン式運動変換機構のピニオン軸とを連結するジョイントを備え、前記モータ及び当該モータの減速機構が前記ジョイントと前記ラック・ピニオン式運動変換機構のピニオン軸との間に配置されているピニオンタイプのパワーステアリングであることを特徴とする請求項 1 に記載の電動式パワーステアリング装置。

【請求項 4】 前記弾性体は、前記モータの出力軸から当該モータの減速機構までの機構経路中に挿入されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 に記載の電動式パワーステアリング装置。

【請求項 5】 前記弾性体は、前記ジョイントの機構中に挿入されていることを特徴とする請求項 2 に記載の電動式パワーステアリング装置。

【請求項 6】 舵輪の回転軸に発生する操舵トルクに基づいて演算手段で演算された操舵補助指令値と、前記モータの電流値とから演算した電流制御値に基づいて当該モータを制御する制御手段と、前記操舵トルクの信号を微分して前記操舵補助指令値に加算する補助演算手段とを備えることを特徴とする請求項 1 乃至 5 に記載の電動式パワーステアリング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、車輛の舵輪操作に要する力を電動モータの回転力により補助する電動式パワーステアリング装置の性能向上に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 操舵力を補助するために用いられる車輛のパワーステアリング装置として、電動モータ（以下、「モータ」という。）の回転力を利用して、運転者による舵輪の操舵力を補助するように構成した電動式パワーステアリング装置が知られている。

【0003】 この種の電動式パワーステアリング装置の一例として、運動を直線運動に変換するラック・ピニオン式運動変換機構を採用したパワーステアリング装置が特公平 7-25311 号公報に示されている。

【0004】 図 8 は、従来のラック・ピニオン式運動変換機構の拡大断面図である。この機構においてピニオン軸 86 はその端部の外周面にピニオン歯 86a が形成され、ラック軸 81 には、その一端部近傍において、軸長方向に偏平部が形成され、偏平部はその全長に亘りラック歯 81a が形成されている。ピニオン歯 86a とラック歯 81a は噛合し回転運動を直線運動に変換する。ラック歯 81a は、ピニオン歯 86a に対するギヤ比を車輛が直進する方向の位置で小さくなるように、そして舵角が大きい位置でギヤ比が大きくなるように螺旋されることによって回転出力の比較的小さい電動モータにも拘わらず操舵力を一定に保つような工夫がなされている。

【0005】 このラック・ピニオン式運動変換機構においてほぼ筒形の部材内で押圧部材 80 の一端に当接するコイルスプリング 89 の付勢力によりラック軸 81 を押圧しラック歯 81a とピニオン歯 86a との噛合を維持している。この噛合によりピニオン軸 86 の回転をラック軸 81 の軸長方向への直線運動に変換するとともに、押圧部材 80 はラック軸 81 の外周面を摺動する。従って、この構造では摺動面の摩耗が著しく、コイルスプリング 89 による押圧力（付勢力）が制限される。そのため、ピニオン軸に比較的大きなトルクが加わるピニオン・アシスト式電動式パワーステアリングのような電動式パワーステアリング機構においては、必要な押圧力が得られずピニオン歯 86a 及びラック歯 81a の噛合面周辺からラトル音などの異音が発生してしまうといった欠点を有している。

【0006】 電動式パワーステアリング装置は、一般に、舵輪の回転軸とラック・ピニオン式運動変換機構のピニオン軸とをジョイントによって接続している。電動式パワーステアリング装置には、モータ及びそのモータの減速機構が前記ジョイントよりも舵輪側にあるコラムタイ

ブの電動式パワーステアリング装置と、モータ及びそのモータの減速機構が前記ジョイントよりもラック・ピニオン機構側にあるピニオンタイプの電動式パワーステアリング装置とがある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】電動式パワーステアリング装置を高出力化するときにおいて、レイアウト性などによりモータのサイズが限定され、そのモータの出力も限定されるという問題点が生じる。この問題点を解決すべく、機械系、特にラック・ピニオン式運動変換機構の効率を上げてモータの効率を有効に使う方法が提案されている。この方法としては、ラック・ピニオン式運動変換機構において、ラック軸をピニオン軸に対して押圧するプレッシャーパッド部として回転可能なローラを用いる技術（以下、「転がり式ラック・ピニオン運動変換機構」という。）が考えだされている。この転がり式ラック・ピニオン運動変換機構によれば、ラック軸及びピニオン軸間に高い負荷が掛かる場合に機械効率を大幅に向上させることができる。

【0008】しかしながら、転がり式ラック・ピニオン運動変換機構とコラムタイプ電動式パワーステアリング装置又はピニオンタイプ電動式パワーステアリング装置とを組み合わせた場合は、路面からのキックバックに対してモータが応答しないため、他の従来の電動式パワーステアリング装置に比べてラック・ピニオン機構に過大な負荷がかかってしまう。

【0009】さらに、この場合は、摺動面が転がりであるためキックバック力の減衰が従来のすべり式に比べて悪いので、ラトル音が発生し易くなるという問題がある。

【0010】さらにまた、この場合は、転がり式ラック・ピニオン運動変換機構を導入する他の目的に摩擦力低減によるハンドル戻り特性及びオンセンター感の向上があるが、モータの摩擦力の影響が転がり式ラック・ピニオン運動変換機構による改善分よりも大きいので、その目的を達成するほどの効果は得られていないという問題がある。

【0011】本発明は上述のような事情によりなされたものであり、本発明の目的は、ラック・ピニオン運動変換機構に過大な荷重が発生することを防ぐことができ、ラトル音の発生を抑え、モータの摩擦力の影響を軽減することができる電動式パワーステアリング装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、ピニオン軸とラック軸の噛合により舵輪の回転運動を直線運動に変換するラック・ピニオン式運動変換機構と、運転者による舵輪の操舵力を補助するモータとを備える電動式パワーステアリング装置に関するもので、前記ラック・ピニオン式運動変換機構が転がり式ラック・ピニオン運動変換機構であって、前記ピニオン軸から前記モータの出力軸までの機構経路中に弾性体を挿入したことによって達成される。

【0013】また、本発明の上記目的は、前記舵輪の回転軸と前記ラック・ピニオン式運動変換機構のピニオン軸とを連結するジョイントを備え、前記モータ及び当該モータの減速機構が前記ジョイントと前記舵輪との間に配置されているコラムタイプのパワーステアリングであることによってより効果的に達成される。

【0014】また、本発明の上記目的は、前記舵輪の回転軸と前記ラック・ピニオン式運動変換機構のピニオン軸とを連結するジョイントを備え、前記モータ及び当該モータの減速機構が前記ジョイントと前記ラック・ピニオン式運動変換機構のピニオン軸との間に配置されているピニオンタイプのパワーステアリングであることによってより効果的に達成される。

【0015】また、本発明の上記目的は、前記弾性体は、前記モータの出力軸から当該モータの減速機構までの機構経路中に挿入されていることによってより効果的に達成される。

【0016】また、本発明の上記目的は、前記弾性体は、前記ジョイントの機構中に挿入されていることによってより効果的に達成される。

【0017】また、本発明の上記目的は、舵輪の回転軸に発生する操舵トルクに基づいて演算手段で演算された操舵補助指令値と、前記モータの電流値とから演算した電流制御値に基づいて当該モータを制御する制御手段と、前記操舵トルクの信号を微分して前記操舵補助指令値に加算する補助演算手段とを備えることによってより効果的に達成される。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明によると、図7に示すようなコラムタイプ電動式パワーステアリング装置又は図6に示すような、転がり式ラック・ピニオン運動変換機構4を用いた場合に、ラック・ピニオン運動変換機構4のピニオン軸6からパワーステアリングの駆動源となるモータ41までの経路に吸振性のある弾性体を挿入して

いるので、ピニオン軸 6 がモータ 4 1 に対して相対運動することができることにより、転がり式ラック・ピニオン運動変換機構 4 に過大な荷重が発生することを防ぐことができる。

【0019】図 7 に示すようなコラムタイプ電動式パワーステアリング装置及び図 6 に示すようなピニオンタイプ電動式パワーステアリング装置の両タイプともに、モータ 4 1 とそのモータ 4 1 の減速機構であるウォームホイール 3 との間に吸振性のある弾性体を挿入することで、本発明の効果をを得ることができる。図 7 に示すようなコラムタイプ電動式パワーステアリング装置では、ウォームホイール 3 の回転軸と転がり式ラック・ピニオン運動変換機構 4 のピニオン軸 6 との間に配置されたジョイント 5 1 に、吸振性のある弾性体を挿入することで、本発明の効果をを得ることができる。

【0020】また、本発明によると、前記吸振性のある弾性体をもつ減衰作用により、転がり式ラック・ピニオン運動変換機構 4 がもつキックバック力の減衰作用の不足分を補うので、ラトル音の発生を防ぐことができる。

【0021】さらにまた、本発明によると、吸振性のある弾性体をモータ 4 1 とそのモータ 4 1 の減速機構との間に介在させることにより、その弾性体の弾性領域においてモータ 4 1 の回転軸とピニオン軸 6 とを連結する舵輪軸の相対回転を可能にしているので、例えば、モータ 4 1 がその摩擦力によって停止している状況においても、ピニオン軸 6 に連動して舵輪軸 3 1 が回転可能となり、モータ 4 1 の摩擦力の影響を軽減でき、転がり式ラック・ピニオン運動変換機構 4 とコラムタイプ電動式パワーステアリング装置又はピニオンタイプ電動式パワーステアリング装置とを組み合わせた技術の効果を生かすことができる。

【0022】さらにまた、本発明によると、トルクセンサ信号を用いた摩擦補償制御は、従来の構成ではラック・ピニオン運動変換機構 4 又はモータ 4 1 によって路面情報がブロックされてしまいその路面情報がトルクセンサまで伝わらないためその摩擦補償制御の効果が得られなかったものが、本発明の構成によれば、路面情報がトルクセンサまで伝わるので、トルクセンサ信号を用いた摩擦補償制御によってモータの摩擦を補償することが可能となり、モータがふんばることによるラトル音の発生を効果的に抑制することができる。

【0023】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

【0024】図 1 は本発明の実施形態に係る電動式パワーステアリング装置を含む前輪舵機機構の主要部を示す正面図である。

【0025】図 1 において、舵輪軸 3 1 は、車室内部の所定位置に下部を前方に向けて傾斜した状態に固定され、円筒形のハウジング 3 2 内に、軸心回りに回転自在に支承されている。ハウジング 3 2 の上部から所定の長さ突出した舵輪軸 3 1 の上端部には、舵輪（図示せず）が固着されている。

【0026】ラック・ピニオン式運動変換機構 4 は、長手方向を車輛の左右方向とし、車輛前部のエンジンルーム内にほぼ水平に装設された筒状をなすラック軸ケース 3 6 と、このラック軸ケース 3 6 にこれと軸心をほぼ一致させ軸長方向に移動自在に内挿されたラック軸 1 3 と、ラック軸ケース 3 6 内部にラック軸 1 3 の軸心に対して斜めに支承され、ラック軸 1 3 と係合させたピニオン軸 6 等とで構成されている。

【0027】図 2 は、本発明の実施形態に係る電動式パワーステアリング装置における転がり式ラック・ピニオン式運動変換機構を示す断面図である。

【0028】図 2 において上部は舵輪の回転が舵輪軸 3 1 側からユニバーサルジョイント 1 9（図 1 参照）を介して伝えられる入力軸 1 8 であり、入力軸 1 8 の下部には回転可能にピニオン軸 6 が同軸的に装着されている。また、入力軸 1 8 にはトルクセンサ部 1 が配設されていて、ステアリング系の負荷を検出して ECU（電気制御部、図示せず）にそのトルク信号を伝達する役目を担っている。

【0029】ECU より車速信号とトルク信号に基づいて演算され出力された電流が印加されると電動モータ（不図示）は回転し、その回転はウォーム 2 に伝達される。ウォーム 2 は操舵力を補助する電動モータと同軸上に配設されている。更に、ウォーム 2 の回転力をピニオン軸 1 8 上に嵌合しているウォームホイール 3（図 3 参照）で減速させトルクを拡大させてピニオン軸 6 の回転運動を補助する。

【0030】ピニオン軸 6 は、ギヤボックス内部に軸受 5、15 を介して軸承されている。ピニオン軸 6 の外周にはピニオン歯 6 a が形成され、ピニオン歯 6 a に操向機構であるラック軸 1 3 のラック歯 1 3 a が噛合し、ラック軸 1 3 を軸長方向（図 2 の表裏方向）に変位させてタイロッド 2 1（図 1 参照）を介して最終的に操舵輪（図示せず）に所望の舵角を付与する構成である。

【0031】ラック軸13はその端部の一部が断面で半円筒形となっており、その偏平部13bにラック歯13aがラック軸13の軸線方向に螺刻されている。ラック歯13aとピニオン歯6aが噛合することにより、ピニオン軸6の回転運動がラック軸13の直線運動に変換される。この噛合関係を保つためにプレッシャーパッド部20がラック軸13を介して噛合部に押圧力を付与している。また、噛合部に押圧力を付与するための機構が、ギヤボックス4からピニオン軸6の軸線方向と直交する方向に突出するほぼ円筒形のハウジング16内に設けられている。

【0032】プレッシャーパッド部20は、ローラ10、ニードル軸受11、ピン軸12、及び軸受ホルダ14を具備し、ピニオン歯6aとラック歯13aとの噛合を維持するように所定の押圧力でピニオン軸6に対してラック軸13を押圧している。プレッシャーパッド部20は、軸受ホルダ14によりピン軸12を所定の場所に位置決めし、ラック軸13の軸線方向の移動に伴いピン軸12の周りにローラ10が回転可能となる構成となっている。尚、本実施例では、ローラ10のみがラック軸13の外周面13cと摺擦する。即ち、ローラ10がラック軸13に対し転がりとなる構成である。

【0033】プレッシャーパッド部20をハウジング16内部に収容した状態において、軸受ホルダ14、ピン軸12、ニードル軸受11、及びローラ10から構成されるプレッシャーパッド部20は、ハウジング16内をその軸線方向に一体的に移動可能である。

【0034】さらに、プレッシャーパッド部20のラック軸13と反対側には弾性部材であるコイルスプリング9がハウジング16内に配置されている。プレッシャーパッド部20に押圧力を付与するコイルスプリング9の一端はプレッシャーパッド部20（軸受ホルダ14の面）に当接し、他端はロックナット7によりハウジング16の端部に螺合されているアジャストスクリュー8に当接している。

【0035】従って、アジャストスクリュー8を調整し軸方向に移動させることにより、ハウジング16内部に延在するコイルスプリング9によるプレッシャーパッド部20に与える押圧力を調整することができる。

【0036】このよな転がり式ラック・ピニオン式運動変換機構によれば、ラック軸及びピニオン軸間に高い負荷が掛かる場合に機械効率を大幅に向上させることができる。

【0037】図3は、本発明の実施形態に係る電動式パワーステアリング装置におけるパワーステアリングの駆動源となるモータとそのモータの減速機構を示す部分断面図である。この実施形態の特徴は、モータ41の減速機構におけるウォーム2がそのウォーム軸方向に移動可能となるように、そのウォーム2の両端部位とウォーム軸受35との間に弾性体であるゴム40を配置している点である。

【0038】ゴム40の弾性域（移動可能範囲）では、ウォームホイール3の回転はウォーム2に発生するトルクがモータ41の摩擦力及びイナーシャに打ち勝つまではウォームの軸方向の変位となり、モータ41の回転とピニオン軸6に連動したウォームホイール3の回転とは連動しない。すなわち、路面からのキックバックをウォームホイール3が受けた場合は、ウォーム2をスライドさせ、ゴム40によりキックバックの衝撃を吸収する構造となっている。

【0039】このような構造によれば、ゴム40によるウォーム2の移動可能範囲では、キックバック力をモータ41に集束させることなくピニオン軸6の回転方向に逃がすことができるので、ラック・ピニオン機構に負荷が集中することを防ぐことができる。また、このような構造によれば、ゴム40の制振作用により、転がり式ラック・ピニオン運動変換機構の欠点である制振作用の不足を補うので、ラトル音の発生を防ぐことができる。

【0040】図4は、本発明の他の実施形態であって、電動式パワーステアリング装置においてモータの摩擦補償制御をするコントロールユニット40を示すブロック図である。

【0041】コントロールユニット40は、アシストトルクの応答性向上とトルク制御系の安定性向上を目的として、アシスト量（操舵補助指令値）に対して操舵トルク信号の微分に比例した値を、制御系の応答性を高めるために加算している。このようにトルク量を微分した信号をアシスト量に加算している。また、操舵トルクが大きくかつハンドルが戻る時、つまり操舵角 $\theta$ が減少するときの負のゲインを適用することになり、アシスト量（操舵補助指令値）の急激な減少を防ぎ、結果として高トルク域では大きなヒステリシス特性を、中立点近傍の低トルク域では小さなヒステリシス特性を与えることになる。

【0042】すなわち、コントロールユニット40は、モータ41の摩擦の影響を補償する目的でトルク検出値



であるトルク信号  $T_r$  に基づいた摩擦補償制御を行なう。この摩擦補償制御は、操舵トルクの小さいセンター付近のトルク制御の応答性を速くするものであり、トルクを検出しているトーションバーのねじれを少なく抑える方向に作用する。一方、モータ 41 の摩擦は、トーションバーのねじれを増す方向に作用する。したがって、モータ 41 の摩擦をトーションバーのねじれとして検出できれば、コントロールユニット 40 による摩擦補償制御で摩擦補償することが可能となる。

【0043】しかし、トーションバーは、モータ 41 よりハンドル側に配置されているため、ハンドル側からの入力に対しては摩擦補償することができるが、キックバック等の路面からの入力に対しては補償が困難であり、摩擦補償制御によりラック・ピニオン式運動変換機構 4 のラトル音を低減することはできなかった。

【0044】ところが、図 3 に示すような弾性体であるゴム 40 の弾性領域では、路面からの入力をトルクセンサで検出することができ、摩擦補償制御が路面からの入力に対しても有効になる。一旦、コントロールユニット 40 による摩擦補償制御が働くとモータ 41 の摩擦が補償され路面からの入力をトルクセンサで検出することが可能になる。すなわち、ゴム 40 と摩擦補償制御により、ゴム 40 の弾性域を越えてキックバック力をラック・ピニオン式運動変換機構 4 からハンドル側に逃がすことが可能になる。さらに、コントロールユニット 40 による摩擦補償制御をチューニングすることにより、ラック・ピニオン式運動変換機構 4 のラトル音を抑え、適度に路面情報を舵輪に伝えるチューニングが可能になる。

【0045】図 3 に示すような弾性体であるゴム 40 は、モータ 41 の減速機構からモータ 41 の摩擦あるいは慣性をもたらししている機構までの位置のどこに配置しても、上述した転がり式ラック・ピニオン運動変換機構に過大な荷重が発生することを防ぐ効果、転がり式ラック・ピニオン運動変換機構がもつキックバック力の減衰作用の不足分を補いラトル音の発生を防ぐ効果、及びモータの摩擦力の影響を軽減する効果を得ることができる。

【0046】図 5 は、本発明の他の実施形態であって、電動式パワーステアリング装置を含む前輪転舵機構の主要部を示す正面図である。この実施形態では、図 3 に示すような弾性体であるゴム 40 を、ラック・ピニオン運動変換機構 4 のピニオン軸 6 とモータ 41 の減速機構の出力軸 50 とを結合するジョイント 51 に配置したものである。

【0047】

【発明の効果】本発明によれば、転がり式ラック・ピニオン運動変換機構を用いた電動式パワーステアリング装置において、転がり式ラック・ピニオン運動変換機構のピニオン軸からモータの出力軸までの経路に弾性体を挿入したので、転がり式ラック・ピニオン運動変換機構に過大な荷重が発生することを防ぐことができ、ラトル音の発生を抑え、モータの摩擦力の影響を軽減することができる電動式パワーステアリング装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態に係る電動式パワーステアリング装置を含む前輪転舵機構の主要部を示す正面図である。

【図 2】本発明の実施形態に係る電動式パワーステアリング装置における転がり式ラック・ピニオン式運動変換機構を示す断面図である。

【図 3】本発明の実施形態に係る電動式パワーステアリング装置におけるパワーステアリングの駆動源となるモータとそのモータの減速機構を示す部分断面図である。

【図 4】本発明の他の実施形態である電動式パワーステアリング装置におけるモータの摩擦補償制御をするコントロールユニットを示すブロック図である。

【図 5】本発明の他の実施形態である電動式パワーステアリング装置を含む前輪転舵機構の主要部を示す正面図である。

【図 6】本発明の他の実施形態であるピニオンタイプ電動式パワーステアリング装置示す正面図である。

【図 7】本発明の他の実施形態であるコラムタイプ電動式パワーステアリング装置示す正面図である。

【図 8】従来の電動式パワーステアリング装置のラック・ピニオン式運動変換機構を示す断面図である。

【符号の説明】

- 2 ウォーム
- 3 ウォームホイール
- 4 ラック・ピニオン運動変換機構
- 6 ピニオン軸
- 10 ローラ
- 13 ラック軸
- 18 入力軸
- 19 ユニバーサルジョイント
- 20 プレッシュャーパッド部
- 31 舵輪軸

36 ラック軸ケース

40 ゴム

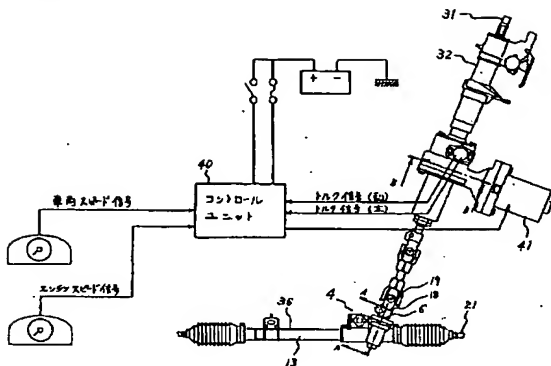
41 モータ

42 スプライン

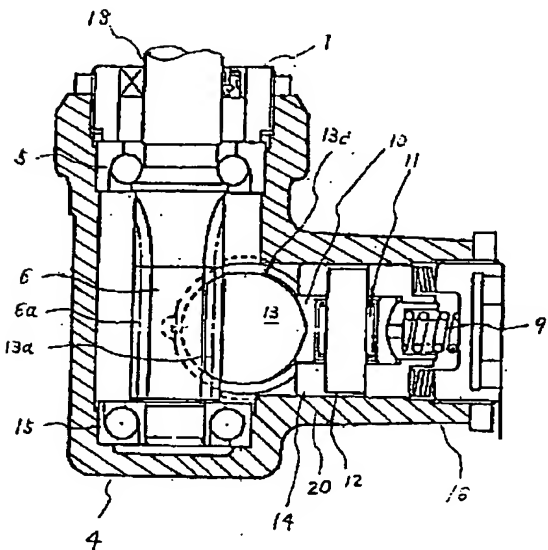
43 プッシュ

51 ジョイント

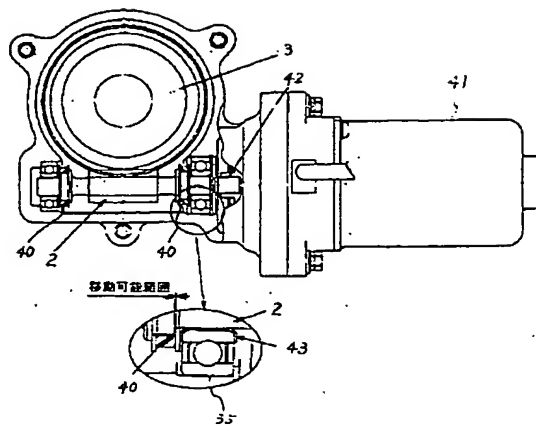
【図1】



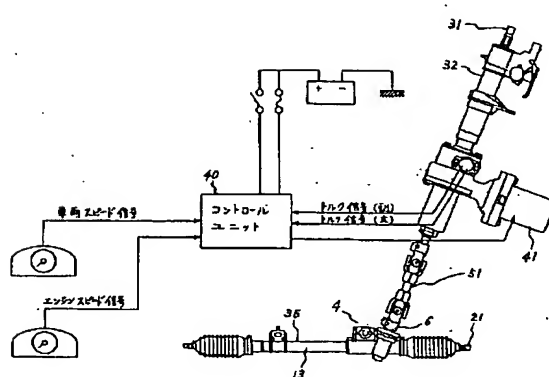
【図2】



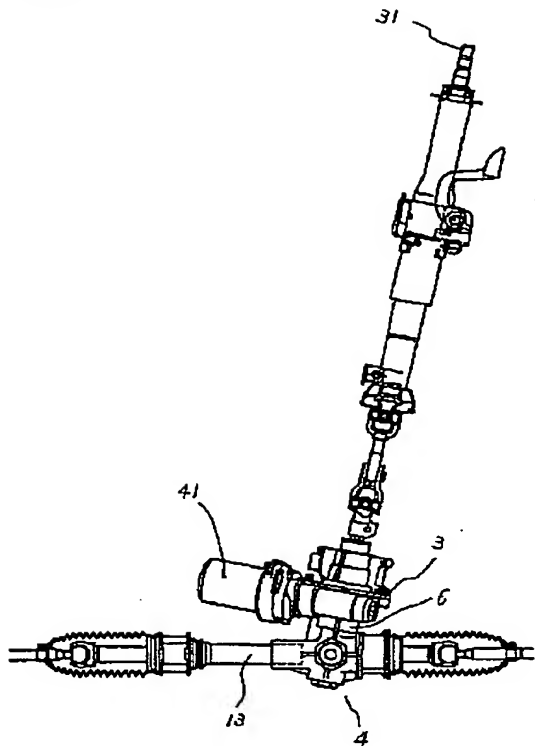
【図3】



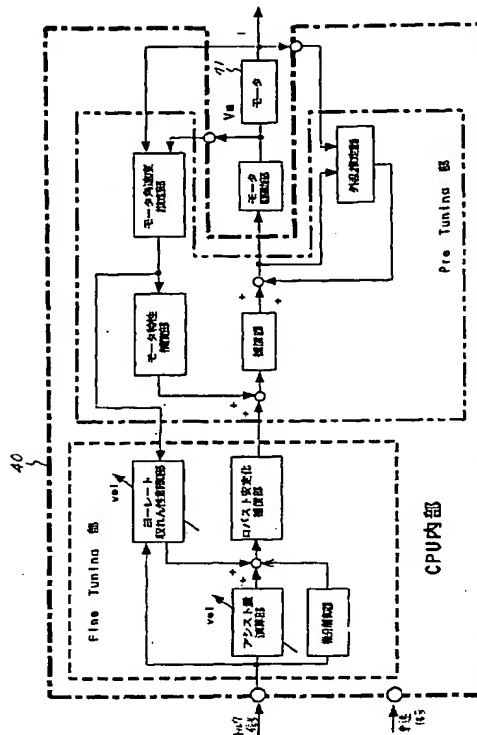
【図5】



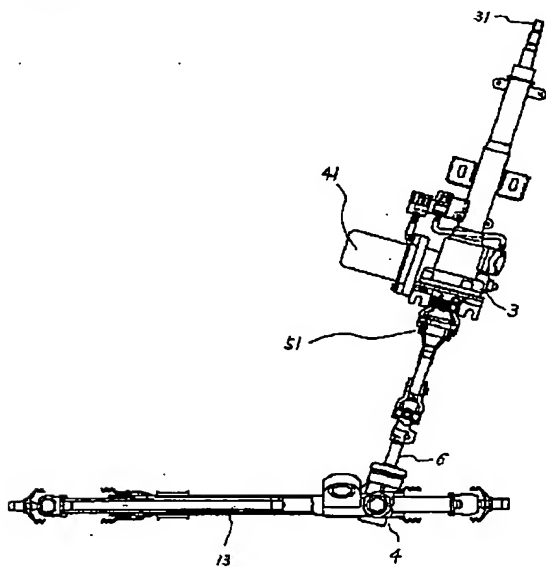
【図6】



【図4】



【図7】



【図8】

